

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-001130

(43)Date of publication of application : 09.01.2001

(51)Int.Cl.

B22D 29/00

B22C 9/04

B22C 9/22

G02B 6/38

(21)Application number : 11-175561

(71)Applicant : YKK CORP

(22)Date of filing : 22.06.1999

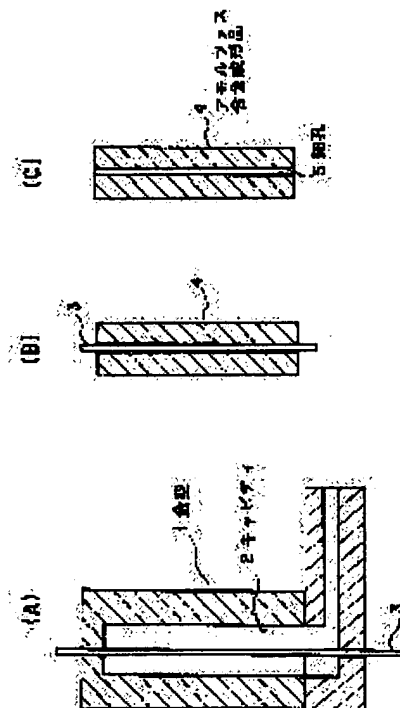
(72)Inventor : TAKEDA HIDEKI  
NAGAHAMA HIDENOBU  
TANIGUCHI TAKESHI  
YAMAGUCHI MASASHI

### (54) MANUFACTURE OF AMORPHOUS ALLOY FORMED PRODUCT HAVING FINE HOLE AND APPARATUS THEREOF

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an amorphous alloy formed product which reduces the problems caused by the difficulty of drawing-out of a wiry core member after casting and the durability and has a fine hole in a good productivity for a short time at a low cost, particularly, a method and an apparatus for producing a ferrule (capillary) for an optical connector.

**SOLUTION:** In the method for producing the amorphous alloy formed product 4 forming the fine hole 5 by casting molten material that can produce the amorphous alloy in a cavity 2 of a metallic mold 1 preset with the wiry core member 3, the cast product in the state of holding the core member is dissolved by dipping into core member corrosive liquid or is melted by heating, to remove the core member from the cast product. As the other method, a method for using the wiry core member coated with a material for releasing to be repeatedly usable by improving the draw-out property of the core member or a method for using the wiry core member made of the material having a larger thermal expansion coefficient than the cast material or a method for giving the wiry core member the vibration in the axial direction at the casting time, can be adopted.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-1130

(P2001-1130A)

(43) 公開日 平成13年1月9日 (2001.1.9)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

7-71-1 (参考)

B 2 2 D 29/00

B 2 2 D 29/00

F 2 H 0 3 6

B 2 2 C 9/04

B 2 2 C 9/04

B 4 E 0 9 3

9/22

9/22

Z

G 0 2 B 8/38

G 0 2 B 8/38

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-175561

(22) 出願日

平成11年6月22日 (1999.6.22)

(71) 出願人 000006828

ワイケイケイ株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(72) 発明者 竹田 英樹

宮城県仙台市泉区泉中央3-38-5-102

(72) 発明者 長浜 秀信

宮城県仙台市泉区泉中央3-38-5-105

(72) 発明者 谷口 武志

宮城県仙台市泉区山の寺2-30-26-105

(72) 発明者 山口 正志

宮城県仙台市太白区泉崎1-16-23-103

(74) 代理人 100097135

弁理士 ▲吉▼田 繁客

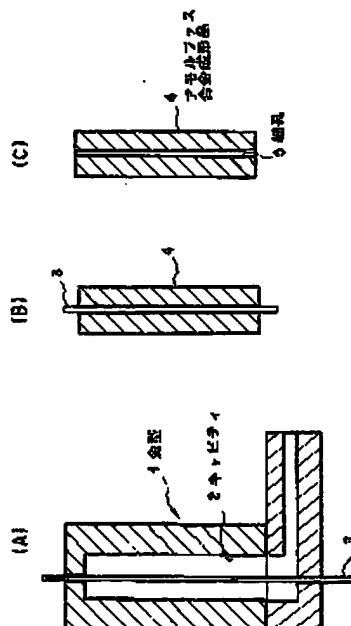
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 細穴を有するアモルファス合金成形品の製造方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 鋳造後の線状中子部材の引き抜きの困難性や耐久性に起因する問題を軽減し、短時間に生産性良く低コストで細穴を有するアモルファス合金成形品、特に光コネクタ用フェルール（キャピラリ）を製造する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 線状中子部材3が予めセットされた金型1のキャビティ2内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鋳込み、細穴5を形成したアモルファス合金成形品4を製造する方法において、上記中子部材を保持した状態の鋳造品を、中子部材腐食液に浸漬して溶解させるか、又は加熱熔融することにより、鋳造品から中子部材を除去する。別法として、中子部材の引き抜き性を改善して繰り返し使用可能とするために、離型用材料をコーティングした線状中子部材や、鋳造材よりも熱膨張係数の大きな材料から作製した線状中子部材を用いる方法、鋳造の際に前記線状中子部材に軸線方向の振動を与える方法も採用できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鑄込み、上記線状中子部材の断面形状の細穴を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記線状中子部材を保持した状態の鑄造品を、中子部材腐食液に浸漬して溶解させるか、又は加熱熔融することにより、又は中子部材に機械加工を行うことにより、鑄造品から線状中子部材を除去することを特徴とするアモルファス合金成形品の製造方法。

【請求項2】 所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鑄込み、上記線状中子部材の断面形状の細穴を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記線状中子部材として、離型用材料の皮膜をコーティングした線状中子部材、又は離型用材料を含有する線状中子部材を用い、鑄造後に鑄造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴とするアモルファス合金成形品の製造方法。

【請求項3】 所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鑄込み、上記線状中子部材の断面形状の細穴を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記中子部材として、鑄造材よりも熱膨張係数の大きな材料から作製した線状中子部材を用い、鑄造後に鑄造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴とするアモルファス合金成形品の製造方法。

【請求項4】 鑄造の際に前記線状中子部材に軸線方向の振動を与えることを特徴とする請求項2又は3に記載の方法。

【請求項5】 所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を鑄込み、上記線状中子部材の断面形状の細穴を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、鑄造の際に前記線状中子部材に軸線方向の振動を与え、鑄造後に鑄造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴とするアモルファス合金成形品の製造方法。

【請求項6】 鑄造材から線状中子部材を引き抜く際に、鑄造材をそのガラス遷移温度（ $T_g$ ）と融点（ $T_m$ ）の間の温度に保持することを特徴とする請求項2乃至5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】 前記金型がキャビティ内に突出可能な筒状ガイド部材を備え、前記線状中子部材が該筒状ガイド部材と共にその中心孔を通して金型キャビティ内にセットされることを特徴とする請求項2乃至6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】 前記成形品が、光コネクタ用のフェルルールもしくはキャピラリであることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】 製品外形を規制するキャビティを有する金型と、該金型のキャビティ内に突出・後退自在に配設された可動筒状ガイド部材と、該可動筒状ガイド部材の中心孔を通して金型キャビティ内にセットされる線状中子部材とを備えることを特徴とする細穴を有するアモルファス合金成形品の製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、細穴を有するアモルファス合金成形品の製造方法及び装置に関し、さらに詳しくは、アモルファス合金（金属ガラス）の金型鑄造によって製造される細穴を有する成形品、特に光コネクタ部品（フェルルール、キャピラリ）などの細穴成形技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】細穴を有し、しかも高い寸法精度が要求される成形品の代表的なものとして、光コネクタのフェルルールもしくはキャピラリが挙げられる。以下、添付図面を参照しながら説明すると、図7は、光コネクタにおけるキャピラリ部11とフランジ部12が一体型のフェルルール10を示している。すなわち、フェルルール10は、光ファイバ17（もしくは光ファイバ素線）を挿入するための小径の貫通孔13が中心軸線に沿って形成されたキャピラリ部11と、中心軸線に沿って光ファイバ心線16（光ファイバの外周に外被が被覆されたもの）挿通用の大径の貫通孔14が形成されたフランジ部12とからなり、小径の貫通孔13と大径の貫通孔14はテーパ径部15を介して接続されている。一対の光ファイバ17、17の接続は、それらが挿入・接合された各フェルルール10、10を割りスリーブ18の両端から挿入し、フェルルール10、10同士の端部を突き合わせるにより行なわれ、これによって光ファイバ17、17の軸線が整列した状態で先端部が突き合わせ接続される。一方、図8は、光コネクタのキャピラリ11aとフランジ12aが別体の光コネクタ用フェルルール10aを示している。

【0003】光ファイバを通す細孔の孔径は、タイプにより様々であるが、例えばSC型と呼ばれるキャピラリ（フェルルール）では $\phi 0.126\text{mm}$ 、深さ $10\text{mm}$ の細孔を有している。従来、フェルルールはジルコニアなどのセラミックスで作製されている。セラミック製フェルルールの細孔成形は、予め小さな細孔を有するフェルルールを射出成形しておき、焼成後、ワイヤーラッピング加工により正規寸法に仕上げ加工されている。また、セラミック製フェルルールは、内径加工の他に、外径加工・研磨等多くの工程を経て作製されている。そのため、製造工程が長大でコストの増大を余儀なくされている。

【0004】上記のような問題を解決できる方法として、本出願人は既に、従来の金型鑄造法をベースにした技術とガラス遷移領域を示すアモルファス合金の組合せ

によって、光コネクタ用フェールのような細孔を有する成形品や、複雑な形状の成形品であっても、所定の形状、寸法精度、表面品質を満足するアモルファス合金成形品を、単一プロセスで量産性良く製造できる方法を開発し、特許出願している（特開平10-186176号）。ここに開示されている細孔を有するアモルファス合金成形品の製造方法は、基本的に、中子ピンをセットした金型キャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を高速度で充填して铸造し、その後中子ピンを铸造材から引き抜くことによって細孔を成形するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】アモルファス合金（金属ガラス）は、高精度の铸造性及び加工性を有し、かつ金型のキャビティ形状を忠実に再現できる優れた転写性を有するため、金型を適切に作製することにより、金型铸造法によって所定の形状、寸法精度、及び表面品質を満足する成形品を高速铸造によって製造できる。しかしながら、金型のキャビティ形状を忠実に再現できる優れた転写性を有するということは、金型キャビティ面と铸造材との間に隙間が殆どないためである。そのため、金型から铸造品を取り出す際に、細孔を形成する中子ピンは細くて強度が充分でないことから、このピンを傷付けたり、破損するなどの問題が生じている。また、溶湯が中子ピンに付着した部分が生じ、形成される細孔の寸法精度が劣るという問題も生じる。このため、時には細孔が成形できない場合もあり、また金型の耐久性を低下させ、生産性が上がらない場合もある。しかも、中子ピンは超硬合金によって作製され、高価であるため、このピンの傷付きや破損によって繰り返し使用ができなくなり、結果的に製造コストがかなり増大してしまうという問題がある。このような問題は、光コネクタ用フェールもしくはキャピラリに固有の問題ではなく、細孔を有するアモルファス合金成形品の金型铸造の場合に共通した問題である。

【0006】従って、本発明の基本的な目的は、細孔を有するアモルファス合金成形品の铸造に使用される線状中子部材の铸造後の引き抜きの困難性や耐久性に起因する前記したような種々の問題を軽減し、短時間に生産性良く低コストで、細孔を有するアモルファス合金成形品を製造できる方法及び装置を提供することにある。さらに本発明のより特定の目的は、細長い穴を有するアモルファス合金成形品であっても、簡単な工程でまた所定の形状、高い寸法精度及び表面品質で成形加工できる方法及び装置を提供し、もって耐久性、強度、耐衝撃性等に優れた細孔を有する安価なアモルファス合金成形品、特に光コネクタ用フェールもしくはキャピラリを提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため

に、本発明の第一の側面によれば、アモルファス合金成形品の製造方法が提供され、その第一の態様は、所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を铸造込み、上記線状中子部材の断面形状の細孔を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記線状中子部材を保持した状態の铸造品を、中子部材腐食液に浸漬して溶解させるか、又は加熱熔融することにより、又は中子部材部分を機械加工することにより、铸造品から線状中子部材を除去することの特徴としている。

【0008】本発明のアモルファス合金成形品の製造方法の第二の態様は、所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を铸造込み、上記線状中子部材の断面形状の細孔を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記線状中子部材として、船型用材料の皮膜をコーティングした線状中子部材、又は船型用材料を含有する線状中子部材を用い、铸造後に铸造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴としている。

【0009】本発明のアモルファス合金成形品の製造方法の第三の態様は、所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を铸造込み、上記線状中子部材の断面形状の細孔を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、上記中子部材として、铸造材よりも熱膨張係数の大きな材料から作製した線状中子部材を用い、铸造後に铸造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴としている。

【0010】本発明のアモルファス合金成形品の製造方法の第四の態様は、所望の断面形状の線状中子部材が予めセットされた金型のキャビティ内にアモルファス合金を生じ得る材料の溶湯を铸造込み、上記線状中子部材の断面形状の細孔を形成したアモルファス合金成形品を製造する方法において、铸造の際に前記線状中子部材に軸線方向の振動を与え、铸造後に铸造材から線状中子部材を引き抜くことを特徴としている。なお、この態様は、前記第二及び第三の態様と組み合わせて用いることができ、それによって、铸造後に铸造材から線状中子部材をさらに容易に引き抜くことができる。

【0011】なお、前記第二乃至第四のいずれの態様においても、铸造材を軟化させて線状中子部材を引き抜き易くするために、铸造材から線状中子部材を引き抜く際に、铸造材をそのガラス遷移温度（ $T_g$ ）と融点（ $T_m$ ）の間、好ましくは $T_g$ と結晶化温度（ $T_x$ ）の間の温度に保持することができる。また、前記金型がキャビティ内に突出可能な筒状ガイド部材を備え、前記線状中子部材を該筒状ガイド部材と共にその中心孔を通して金型キャビティ内にセットするようにすることもできる。

【0012】さらに本発明の第二の側面によれば、製品外形を規制するキャビティを有する金型と、該金型のキ

ャビティ内に突出・後退自在に配設された可動筒状ガイド部材と、該可動筒状ガイド部材の中心孔を通して金型キャビティ内にセットされる線状中子部材とを備えることを特徴とするアモルファス合金成形品の製造装置が提供される。前記したような方法及び装置により、細穴を有するアモルファス合金成形品、特に光コネクタ用フェルールもしくはキャピラリを生産性良く製造することができる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】本発明によるアモルファス合金成形品の製造は、線状中子部材の鋳造後の引き抜き困難性や耐久性に起因する前記したような問題に対して、線状中子部材を使い捨てにする、鋳造後の引き抜き性を改善する、又は線状中子部材を保護するという種々のアプローチから解決しようとするものである。「使い捨て」という第一のアプローチについては、鋳造後に線状中子部材を化学的に溶解し又は加熱溶融して除去する。あるいは中子部材部分をドリル等を用いて機械加工により除去するという手段と、線状中子部材を安価な材料から作製するという手段がある。前者の手段は、線状中子部材を鋳造後に消失させるという考え方に基づいており、鋳造後の引き抜き性を考慮する必要はないが、後者の手段については、鋳造後に線状中子部材を引き抜き易くするという第二のアプローチが必要となる。

【0014】鋳造後に化学的に溶解し又は加熱溶融し、又は中子部材部分を機械加工して、線状中子部材を除去する方法としては、(a)アルミニウム、アルミニウム合金、ガラス(一般的な酸化ガラス)などから作製した線状中子部材を用い、鋳造後、該中子部材を保持した状態の鋳造品を、中子部材腐食液、例えばNaOH溶液中に浸漬し、中子部材を溶解させて除去する方法、及び(b)鉛、鉛合金等から作製した中子部材を用い、これらの材料の融点以上に加熱して溶融させ、除去する方法、及び(c)カーボン等から作製した中子部材を用い、鋳造後、中子部材を保持した状態の鋳造品をドリル等を用いて、やわらかい中子部材部分を機械加工により除去する方法などが挙げられる。アモルファス合金は、耐アルカリ性に極めて優れているため、上記(a)の化学的溶解法によっても鋳造品の品質が損なわれることはない。また、上記材料には、融点が鋳造合金の融点以下のものも含まれるが、金属ガラスは急速冷却で過冷却液体状態で鋳造するため、接触時間は極めて短時間(約0.1秒以下)であり、鋳造時に上記のような材料製の線状中子部材が溶融することはない。このような方法によれば、安価な線状中子部材を使い捨てにするものであるため、そのメンテナンスが不要で取り扱いが容易であり(回収に細心の注意を払う必要がない)、大量生産向きプロセスと言える。

【0015】一方、第二のアプローチによって、鋳造後の線状中子部材の引き抜き性を改善した場合、必ずしも

ピアノ線等の安価な材料によって線状中子部材を作製する場合に限られるのではなく、従来と同様な超硬合金製の線状中子部材を用いることができる。この場合、線状中子部材の引き抜き性が改善されているため、線状中子部材の傷付きや破損が殆どなく、著しい繰り返し回数で再利用が可能となる。勿論、安価な材料によって線状中子部材を使い捨てにするということも可能である。鋳造後の線状中子部材の引き抜き性を改善する方法としては、以下のような方法が挙げられる。

#### 【0016】(1) 離型性付与方法(表面処理法)

線状中子部材が金属ガラス鋳造材から成型し易いように、中子部材表面に離型用材料の皮膜をコーティングする方法、又は成型用材料を含有する線状中子部材を用いる方法である。例えば、シリコングリース、不揮発油等の油脂、ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリイミド等の樹脂などの有機材料や、窒化ホウ素、アルミナ、カーボン、マグネシア等の無機材料の粉末(好ましくは粒径 $5\mu\text{m}$ 以下のもの)からなる皮膜をコーティングする。これによって、線状中子部材と鋳造材との間のクリアランスが確保され、成型し易くなる。この方法は、繰り返し使用及び使い捨てのいずれの中子部材にも適用できる。他の方法は、金属ガラスと反応し難いTiN、CrN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、BN等の材料を物理的气相蒸着法(PVD)、化学的气相蒸着法(CVD)などの適当な方法でコーティングする方法である。このような金属ガラスと反応し難い材料の皮膜を線状中子部材表面にコーティングすることにより、中子部材は鋳造材から抜け易くなる。この方法は、繰り返し使用を目的とする中子部材に特に有利に適用できる。さらに他の方法は、Al、Cu、Pb、Zn、MoS<sub>2</sub>等の軟金属の皮膜を電気メッキ、無電解メッキ、溶融メッキ等の方法により形成する方法である。このような軟金属は鋳造の際に潤滑材として作用し、線状中子部材が抜け易くなる。この方法は、使い捨て用中子部材に特に有利に適用できる。また、用いる線状中子部材の材質に応じて適当な離型用材料を中子部材に含有せしめることにより、中子部材の成型性を向上させることもできる。

#### 【0017】(2) 熱膨張の差を利用する方法

線状中子部材を、鋳造材よりも熱膨張係数の大きな材料から作製する方法である。金属ガラスの熱膨張係数 $\alpha$ は $10.3 \times 10^{-6}/\text{K}$ 程度であるので、例えばピアノ線( $\alpha \approx 12.1 \times 10^{-6}/\text{K}$ )、ステンレス( $\alpha \approx 16.5 \times 10^{-6}/\text{K}$ )、インコネル( $\alpha \approx 12.5 \times 10^{-6}/\text{K}$ )等から作製した線状中子部材を用いることにより、鋳造時のこれらの材料の熱膨張と冷却時の収縮によって鋳造材との間に約 $0.1\mu\text{m}$ 程度のクリアランスが生じ、成型が容易となる。この方法は、繰り返し使用及び使い捨てのいずれの中子部材にも適用できる。

#### 【0018】(3) 振動による離型法

鋳造の際に線状中子部材に軸線方向の振動を与えること

により、抜き抵抗を減少させる方法である。なお、铸造は約0.1秒以下の極めて短時間で終了するため、その間に充分な振動数を与えるためには50Hz以上の振動数、ストロークとして0.5mm以上の振動を与えることが好ましい。この方法も、繰り返し使用及び使い捨てのいずれの中子部材にも適用できる。なお、前記した(1)～(3)の方法は、組み合わせて採用することができる。

【0019】さらに本発明によれば、前記いずれの方法においても、铸造材から線状中子部材を引き抜く際に、铸造材をそのガラス遷移温度( $T_g$ )と融点( $T_m$ )の間、好ましくは $T_g$ と結晶化温度( $T_x$ )の間の温度に保持することにより、铸造材を軟化させて線状中子部材を引き抜き易くすることができる。アモルファス合金組成の溶湯を適切な冷却速度で冷却すれば、溶湯は融点以下でも液体状態で存在するいわゆる過冷却液体状態となる(粘性が固体物質より小さい)。また、アモルファス形成能が大きな合金組成では、溶湯を融点以上から冷却し、途中、ガラス遷移温度(あるいは、固体物質として取り扱える粘性となる温度)以上で所定時間保持してその後冷却しても、少なくとも非晶質相を含有する合金が得られる。また、金属ガラスと呼ばれる安定なアモルファス合金では、一旦非晶質化した後、昇温すると、結晶化前に粘性が小さくなるガラス遷移領域を有している。一般にアモルファス合金は非常に高い強度を有しているため、室温では加工が殆どできないが、これら過冷却液体状態やガラス遷移領域を利用することにより、粘性が小さいため比較的小さな力で線状中子部材を引き抜くことが可能となる。

【0020】さらに本発明による第三のアプローチは、線状中子部材の金型キャビティ内へのセット及び铸造時の中子部材の保護のために、キャビティ内に突出・後退自在な可動筒状ガイド部材を備えた金型を用い、線状中子部材を該筒状ガイド部材と共にその中心孔を通して金型キャビティ内にセットしようとするものである。このような筒状ガイド部材を用いることにより、それによって覆われている部分の中子部材は溶湯と接触しないので保護され、また铸造材との接触面積が小さくなるので、引き抜きの際に中子部材が傷付いたり破損したりする割合はかなり減少する。なお、この方法は、前記した各方法と組み合わせて採用することができる。

【0021】本発明の方法で用いる材料としては、実質的に非晶質の合金からなる製品を得ることができる材料であれば全て使用可能であり、特定の材料に限定されるものではないが、下記一般式(1)～(6)のいずれか1つで示される組成を有するアモルファス合金を好適に使用できる。

一般式(1):  $M^1, M^2, L_n, M^3, M^4, M^5,$

但し、 $M^1$ はZr及びHfから選ばれる1種又は2種の元素、 $M^2$ はNi、Cu、Fe、Co、Mn、Nb、T

i、V、Cr、Zn、Al及びGaよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 $L_n$ はY、La、Ce、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Yb及びMm(希土類元素の集合体であるミッシュメタル)よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 $M^3$ はBe、B、C、N及びOよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 $M^4$ はTa、W及びMoよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、 $M^5$ はAu、Pt、Pd及びAgよりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素、a、b、c、d、e及びfはそれぞれ原子%で、 $25 \leq a \leq 85$ 、 $15 \leq b \leq 75$ 、 $0 \leq c \leq 30$ 、 $0 \leq d \leq 30$ 、 $0 \leq e \leq 15$ 、 $0 \leq f \leq 15$ である。

【0022】上記アモルファス合金は、下記一般式(1-a)～(1-p)のアモルファス合金を含む。

一般式(1-a):  $M^1, M^2,$

このアモルファス合金は、 $M^1$ 元素がZr又はHfと共存するために、混合エンタルピーが負で大きく、アモルファス形成能が良い。

一般式(1-b):  $M^1, M^2, L_n,$

このアモルファス合金のように、上記一般式(1-a)の合金に希土類元素を添加することによりアモルファスの熱的安定性が向上する。

【0023】一般式(1-c):  $M^1, M^2, M^3,$

一般式(1-d):  $M^1, M^2, L_n, M^3,$

これらのアモルファス合金のように、原子半径の小さな元素(Be、B、C、N、O)でアモルファス構造中の隙間を埋めることによって、その構造が安定化し、アモルファス形成能が向上する。

【0024】一般式(1-e):  $M^1, M^2, M^3,$

一般式(1-f):  $M^1, M^2, L_n, M^3,$

一般式(1-g):  $M^1, M^2, M^3, M^4,$

一般式(1-h):  $M^1, M^2, L_n, M^3, M^4,$

これらのアモルファス合金のように、高融点金属(Ta、W、Mo)を添加した場合、アモルファス形成能に影響を与えずに耐熱性、耐食性が向上する。

【0025】一般式(1-i):  $M^1, M^2, M^3,$

一般式(1-j):  $M^1, M^2, L_n, M^3,$

一般式(1-k):  $M^1, M^2, M^3, M^4,$

一般式(1-l):  $M^1, M^2, L_n, M^3, M^4,$

一般式(1-m):  $M^1, M^2, M^3, M^4,$

一般式(1-n):  $M^1, M^2, L_n, M^3, M^4,$

一般式(1-o):  $M^1, M^2, M^3, M^4, M^5,$

一般式(1-p):  $M^1, M^2, L_n, M^3, M^4, M^5,$

これらの貴金属 $M^4$ (Au、Pt、Pd、Ag)を含んだアモルファス合金の場合、結晶化が起きても随くならない。

【0026】

一般式(2):  $Al, \dots, L_n, M^1, M^2,$

但し、 $L_n$ はY、La、Ce、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Yb及びMmよりなる群から選ばれる

少なくとも1種の元素、 $M'$ はTi、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta及びWよりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、 $M''$ はBe、B、C、N及びOよりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、 $g$ 、 $h$ 及び $i$ はそれぞれ原子%で、 $30 \leq g \leq 90$ 、 $0 < h \leq 55$ 、 $0 \leq i \leq 10$ である。

【0027】上記アモルファス合金は、下記一般式(2-a)及び(2-b)のアモルファス合金を含む。

一般式(2-a):  $Al_{100-x-y-z}Ln_xM'_yM''_z$

このアモルファス合金は、混合エンタルピーが負で大きく、アモルファス形成能が良い。

一般式(2-b):  $Al_{100-x-y-z}Ln_xM'_yM''_z$

このアモルファス合金においては、原子半径の小さな元素(Be、B、C、N、O)でアモルファス構造中の隙間を埋めることによって、その構造が安定化し、アモルファス形成能が向上する。

【0028】一般式(3):  $Mg_{100-x-y-z}M'_xM''_yM'''_z$

但し、 $M'$ はCu、Ni、Sn及びZnよりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、 $p$ は原子%で $5 \leq p \leq 60$ である。このアモルファス合金は、混合エンタルピーが負で大きく、アモルファス形成能が良い。

【0029】一般式(4):  $Mg_{100-x-y-z}M'_xM''_yM'''_z$

但し、 $M'$ はCu、Ni、Sn及びZnよりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、 $M''$ はAl、Si及びCaよりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、 $q$ 及び $r$ はそれぞれ原子%で、 $1 \leq q \leq 35$ 、 $1 \leq r \leq 25$ である。このアモルファス合金のように、前記一般式(3)の合金において原子半径の小さな元素(Al、Si、Ca)でアモルファス構造中の隙間を埋めることによって、その構造が安定化し、アモルファス形成能が向上する。

【0030】一般式(5):  $Mg_{100-x-y-z}M'_xM''_yM'''_z$

一般式(6):  $Mg_{100-x-y-z}M'_xM''_yM'''_z$

但し、 $M'$ はCu、Ni、Sn及びZnよりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、 $M''$ はAl、Si及びCaよりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、 $M'''$ はY、La、Ce、Nd、Sm及びMmよりなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、 $q$ 、 $r$ 及び $s$ はそれぞれ原子%で、 $1 \leq q \leq 35$ 、 $1 \leq r \leq 25$ 、 $3 \leq s \leq 25$ である。これらのアモルファス合金のように、前記一般式(3)及び(4)の合金に希土類元素を添加することによりアモルファスの熱的安定性が向上する。

【0031】前記したアモルファス合金の中でも、ガラス遷移温度( $T_g$ )と結晶化温度( $T_x$ )の温度差が極めて広いZr-TM-Al系及びHf-TM-Al系(TM: 遷移金属)アモルファス合金は、高強度、高耐食性であると共に、過冷却液体領域(ガラス遷移領域)  $\Delta T_x = T_x - T_g$ が30K以上、特にZr-TM-Al系アモルファス合金は60K以上と極めて広く、この

温度領域では粘性流動により数10MPa以下の低応力でも非常に良好な加工性を示す。また、冷却速度が数10K/s程度の鋳造法によっても非晶質バルク材が得られるなど、非常に安定で製造し易い特徴を持っている。これらの合金は、溶湯からの金型鋳造によっても、またガラス遷移領域を利用した粘性流動による成形加工によっても、非晶質材料ができると同時に、金型形状及び寸法を極めて忠実に再現する。

【0032】本発明に利用されるこれらのZr-TM-Al系及びHf-TM-Al系アモルファス合金は、合金組成、測定法によっても異なるが、非常に大きな $\Delta T_x$ の範囲を持っている。例えばZr<sub>50</sub>Al<sub>10</sub>Co<sub>20</sub>Ni<sub>10</sub>Cu<sub>10</sub>合金( $T_g$ : 652K、 $T_x$ : 768K)の $\Delta T_x$ は116Kと極めて広い。耐酸化性も極めて良く、空气中で $T_g$ までの高温に熱してもほとんど酸化されない。硬度は室温から $T_g$ 付近までヒッカース硬度(Hv)で460(DPN)、引張強度は1,600MPa、曲げ強度は3,000MPaに達する。熱膨張率 $\alpha$ は室温から $T_g$ 付近まで $1 \times 10^{-5}/K$ と小さく、ヤング率は91GPa、圧縮時の弾性限界は4~5%を超える。さらに靱性も高く、シャルピー靱量値で6~7J/cm<sup>2</sup>を示す。このように非常に高強度の特性を示しながら、ガラス遷移領域まで加熱されると、流動応力は10MPa程度まで低下する。このため極めて加工が容易で、低応力で複雑な形状の微小部品や高精度部品に成形できるのが本合金の特徴である。しかも、いわゆるガラス(非晶質)としての特性から加工(変形)表面は極めて平滑性が高く、結晶合金を変形させたときのように滑り帯が表面に現われるステップなどは実質的に発生しない特徴を持っている。

【0033】一般に、アモルファス合金はガラス遷移領域まで加熱すると長時間の保持によって結晶化が始まるが、本合金のように $\Delta T_x$ が広い合金は非晶質相が安定であり、 $\Delta T_x$ 内の温度を適当に選べば2時間程度までは結晶が発生せず、通常の成形加工においては結晶化を懸念する必要はない。また、本合金は溶湯からの凝固においてもこの特性を如何なく発揮する。一般にアモルファス合金の製造には急速な冷却が必要とされるが、本合金は冷却速度10K/s程度の冷却で溶湯から容易に非晶質単相からなるバルク材を得ることができる。その凝固表面はやはり極めて平滑であり、金型表面のミクロンオーダーの研削傷でさえも忠実に再現する転写性を持っている。従って、合金材料として本合金を適用すれば、金型表面が成形品の要求特性を満たす表面品質を持てれば、鋳造材においても金型の表面特性をそのまま再現し、従来の金型鋳造法においても寸法調整、表面粗さ調整の工程を省略又は短縮することができる。

【0034】以上のように、比較的低い硬度、高い引張強度及び高い曲げ強度、比較的低いヤング率、高弾性限界、高耐衝撃性、高耐摩耗性、表面の平滑性、高精度の

11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57  
 58  
 59  
 60  
 61  
 62  
 63  
 64  
 65  
 66  
 67  
 68  
 69  
 70  
 71  
 72  
 73  
 74  
 75  
 76  
 77  
 78  
 79  
 80  
 81  
 82  
 83  
 84  
 85  
 86  
 87  
 88  
 89  
 90  
 91  
 92  
 93  
 94  
 95  
 96  
 97  
 98  
 99  
 100  
 101  
 102  
 103  
 104  
 105  
 106  
 107  
 108  
 109  
 110  
 111  
 112  
 113  
 114  
 115  
 116  
 117  
 118  
 119  
 120  
 121  
 122  
 123  
 124  
 125  
 126  
 127  
 128  
 129  
 130  
 131  
 132  
 133  
 134  
 135  
 136  
 137  
 138  
 139  
 140  
 141  
 142  
 143  
 144  
 145  
 146  
 147  
 148  
 149  
 150  
 151  
 152  
 153  
 154  
 155  
 156  
 157  
 158  
 159  
 160  
 161  
 162  
 163  
 164  
 165  
 166  
 167  
 168  
 169  
 170  
 171  
 172  
 173  
 174  
 175  
 176  
 177  
 178  
 179  
 180  
 181  
 182  
 183  
 184  
 185  
 186  
 187  
 188  
 189  
 190  
 191  
 192  
 193  
 194  
 195  
 196  
 197  
 198  
 199  
 200  
 201  
 202  
 203  
 204  
 205  
 206  
 207  
 208  
 209  
 210  
 211  
 212  
 213  
 214  
 215  
 216  
 217  
 218  
 219  
 220  
 221  
 222  
 223  
 224  
 225  
 226  
 227  
 228  
 229  
 230  
 231  
 232  
 233  
 234  
 235  
 236  
 237  
 238  
 239  
 240  
 241  
 242  
 243  
 244  
 245  
 246  
 247  
 248  
 249  
 250  
 251  
 252  
 253  
 254  
 255  
 256  
 257  
 258  
 259  
 260  
 261  
 262  
 263  
 264  
 265  
 266  
 267  
 268  
 269  
 270  
 271  
 272  
 273  
 274  
 275  
 276  
 277  
 278  
 279  
 280  
 281  
 282  
 283  
 284  
 285  
 286  
 287  
 288  
 289  
 290  
 291  
 292  
 293  
 294  
 295  
 296  
 297  
 298  
 299  
 300  
 301  
 302  
 303  
 304  
 305  
 306  
 307  
 308  
 309  
 310  
 311  
 312  
 313  
 314  
 315  
 316  
 317  
 318  
 319  
 320  
 321  
 322  
 323  
 324  
 325  
 326  
 327  
 328  
 329  
 330  
 331  
 332  
 333  
 334  
 335  
 336  
 337  
 338  
 339  
 340  
 341  
 342  
 343  
 344  
 345  
 346  
 347  
 348  
 349  
 350  
 351  
 352  
 353  
 354  
 355  
 356  
 357  
 358  
 359  
 360  
 361  
 362  
 363  
 364  
 365  
 366  
 367  
 368  
 369  
 370  
 371  
 372  
 373  
 374  
 375  
 376  
 377  
 378  
 379  
 380  
 381  
 382  
 383  
 384  
 385  
 386  
 387  
 388  
 389  
 390  
 391  
 392  
 393  
 394  
 395  
 396  
 397  
 398  
 399  
 400  
 401  
 402  
 403  
 404  
 405  
 406  
 407  
 408  
 409  
 410  
 411  
 412  
 413  
 414  
 415  
 416  
 417  
 418  
 419  
 420  
 421  
 422  
 423  
 424  
 425  
 426  
 427  
 428  
 429  
 430  
 431  
 432  
 433  
 434  
 435  
 436  
 437  
 438  
 439  
 440  
 441  
 442  
 443  
 444  
 445  
 446  
 447  
 448  
 449  
 450  
 451  
 452  
 453  
 454  
 455  
 456  
 457  
 458  
 459  
 460  
 461  
 462  
 463  
 464  
 465  
 466  
 467  
 468  
 469  
 470  
 471  
 472  
 473  
 474  
 475  
 476  
 477  
 478  
 479  
 480  
 481  
 482  
 483  
 484  
 485  
 486  
 487  
 488  
 489  
 490  
 491  
 492  
 493  
 494  
 495  
 496  
 497  
 498  
 499  
 500  
 501  
 502  
 503  
 504  
 505  
 506  
 507  
 508  
 509  
 510  
 511  
 512  
 513  
 514  
 515  
 516  
 517  
 518  
 519  
 520  
 521  
 522  
 523  
 524  
 525  
 526  
 527  
 528  
 529  
 530  
 531  
 532  
 533  
 534  
 535  
 536  
 537  
 538  
 539  
 540  
 541  
 542  
 543  
 544  
 545  
 546  
 547  
 548  
 549  
 550  
 551  
 552  
 553  
 554  
 555  
 556  
 557  
 558  
 559  
 560  
 561  
 562  
 563  
 564  
 565  
 566  
 567  
 568  
 569  
 570  
 571  
 572  
 573  
 574  
 575  
 576  
 577  
 578  
 579  
 580  
 581  
 582  
 583  
 584  
 585  
 586  
 587  
 588  
 589  
 590  
 591  
 592  
 593  
 594  
 595  
 596  
 597  
 598  
 599  
 600  
 601  
 602  
 603  
 604  
 605  
 606  
 607  
 608  
 609  
 610  
 611  
 612  
 613  
 614  
 615  
 616  
 617  
 618  
 619  
 620  
 621  
 622  
 623  
 624  
 625  
 626  
 627  
 628  
 629  
 630  
 631  
 632  
 633  
 634  
 635  
 636  
 637  
 638  
 639  
 640  
 641  
 642  
 643  
 644  
 645  
 646  
 647  
 648  
 649  
 650  
 651  
 652  
 653  
 654  
 655  
 656  
 657  
 658  
 659  
 660  
 661  
 662  
 663  
 664  
 665  
 666  
 667  
 668  
 669  
 670  
 671  
 672  
 673  
 674  
 675  
 676  
 677  
 678  
 679  
 680  
 681  
 682  
 683  
 684  
 685  
 686  
 687  
 688  
 689  
 690  
 691  
 692  
 693  
 694  
 695  
 696  
 697  
 698  
 699  
 700  
 701  
 702  
 703  
 704  
 705  
 706  
 707  
 708  
 709  
 710  
 711  
 712  
 713  
 714  
 715  
 716  
 717  
 718  
 719  
 720  
 721  
 722  
 723  
 724  
 725  
 726  
 727  
 728  
 729  
 730  
 731  
 732  
 733  
 734  
 735  
 736  
 737  
 738  
 739  
 740  
 741  
 742  
 743  
 744  
 745  
 746  
 747  
 748  
 749  
 750  
 751  
 752  
 753  
 754  
 755  
 756  
 757  
 758  
 759  
 760  
 761  
 762  
 763  
 764  
 765  
 766  
 767  
 768  
 769  
 770  
 771  
 772  
 773  
 774  
 775  
 776  
 777  
 778  
 779  
 780  
 781  
 782  
 783  
 784  
 785  
 786  
 787  
 788  
 789  
 790  
 791  
 792  
 793  
 794  
 795  
 796  
 797  
 798  
 799  
 800  
 801  
 802  
 803  
 804  
 805  
 806  
 807  
 808  
 809  
 810  
 811  
 812  
 813  
 814  
 815  
 816  
 817  
 818  
 819  
 820  
 821  
 822  
 823  
 824  
 825  
 826  
 827  
 828  
 829  
 830  
 831  
 832  
 833  
 834  
 835  
 836  
 837  
 838  
 839  
 840  
 841  
 842  
 843  
 844  
 845  
 846  
 847  
 848  
 849  
 850  
 851  
 852  
 853  
 854  
 855  
 856  
 857  
 858  
 859  
 860  
 861  
 862  
 863  
 864  
 865  
 866  
 867  
 868  
 869  
 870  
 871  
 872  
 873  
 874  
 875  
 876  
 877  
 878  
 879  
 880  
 881  
 882  
 883  
 884  
 885  
 886  
 887  
 888  
 889  
 890  
 891  
 892  
 893  
 894  
 895  
 896  
 897  
 898  
 899  
 900  
 901  
 902  
 903  
 904  
 905  
 906  
 907  
 908  
 909  
 910  
 911  
 912  
 913  
 914  
 915  
 916  
 917  
 918  
 919  
 920  
 921  
 922  
 923  
 924  
 925  
 926  
 927  
 928  
 929  
 930  
 931  
 932  
 933  
 934  
 935  
 936  
 937  
 938  
 939  
 940  
 941  
 942  
 943  
 944  
 945  
 946  
 947  
 948  
 949  
 950  
 951  
 952  
 953  
 954  
 955  
 956  
 957  
 958  
 959  
 960  
 961  
 962  
 963  
 964  
 965  
 966  
 967  
 968  
 969  
 970  
 971  
 972  
 973  
 974  
 975  
 976  
 977  
 978  
 979  
 980  
 981  
 982  
 983  
 984  
 985  
 986  
 987  
 988  
 989  
 990  
 991  
 992  
 993  
 994  
 995  
 996  
 997  
 998  
 999  
 1000

【0035】

【実施例】以下、添付図面に示す実施例を説明しながら  
 本発明についてさらに具体的に説明する。図1(A)  
 は、本発明の方法により細孔を有するアモルファス合金  
 成形品を製造する方法及び装置の一実施例の概略構成を  
 示している。図1において、符号1は製品形状のキャビ  
 ティ2を有する分割金型であり、3は使い捨て用の細長  
 い線状中子部材（ピンもしくはワイヤ）である。金型1  
 は、銅、銅合金、超硬合金その他の金属材料から作製す  
 ることができ、また、液体、気体等の冷却媒体や加熱媒  
 体を流通させる流路を配設することもできる。一方、線  
 状中子部材3は、前記したようにNaOH溶液により溶  
 解可能なAl、Al合金、ガラス等や、加熱溶融可能な  
 Pb、Pb合金等や、機械加工が容易なカーボン等から  
 作製されている。なお、溶湯の酸化皮膜形成を防止す  
 るために、装置全体を真空中又はArガス等の不活性ガ  
 ス雰囲気中に配置するか、あるいは溶湯注入部に不活性ガ  
 スを流すことが好ましい。

【0036】アモルファス合金成形品の製造に際して  
 は、アモルファス合金組成の溶湯を金型1のキャビティ  
 2内に注入して casting し、金型温度がガラス遷移温度（T<sub>g</sub>）  
 以下になるまで冷却した後、金型1を分離して、図  
 1(B)に示すように、金型キャビティ面を忠実に再現  
 した平滑な表面を有し、かつ線状中子部材3を保持した  
 状態のアモルファス合金成形品4を取り出す。その後、  
 得られた casting 品4を、用いた中子部材3の材質に応じ  
 て、前記したようにNaOH溶液中に浸漬して溶解させ  
 るか、又は加熱溶融させるか、又は機械加工することに  
 より中子部材3を除去し、図1(C)に示すような細孔  
 5を有するアモルファス合金成形品4を得る。

【0037】図2は、前記したようにCuメッキ等の軟  
 金属メッキや有機系塗料、無機系塗料などの離型用材料  
 の皮膜6がコーティングされた線状中子部材3を用いた  
 例を示している。このように予め離型用材料の皮膜6が  
 コーティングされた線状中子部材3を用いることによ  
 り、該中子部材3と casting 材7との間にクリアランスが確  
 保され、離型し易くなる。一方、図3は、 casting 材7より  
 も熱膨張係数の大きな材料から作製された線状中子部材  
 3を用いた例を示している。このように casting 材7よりも  
 熱膨張係数の大きな材料から作製された線状中子部材3  
 を用いることにより、 casting 後の冷却時に線状中子部材3  
 が収縮して casting 材7との間に微小な隙間が形成されるの

で、容易に引き抜くことができる。

【0038】図4は、本発明の方法によりアモルファス  
 合金成形品を製造する方法及び装置の他の実施例の概略  
 構成を示している。図4において、符号8は金型1のキャ  
 ビティ2内に突出・後退自在に配設された可動筒状ガイ  
 ド部材であり、線状中子部材3は該可動筒状ガイド部  
 材8の中心孔を通して金型キャビティ内にセットされ  
 る。このような筒状ガイド部材8を用いることにより、  
 それによって覆われている部分の中子部材3は溶湯と接  
 触しないので保護され、また casting 材との接触面積が小さ  
 くなるので、引き抜きの際に中子部材3が傷付いたり破  
 損したりする割合はかなり減少する。

【0039】図5は上記図4に示す装置を用いて製造さ  
 れたアモルファス合金成形品8aを示しており、下端部  
 は切断される。このアモルファス合金成形品4aは小径  
 部5aと大径部5bを有しているが、大径部5bの長さ  
 は、可動筒状ガイド部材8の金型1のキャビティ2内へ  
 の突出長さを調整することにより、任意に変えることが  
 できる。なお、小径部5aについては必要に応じてワイ  
 ヤラッピング加工を施すこともできる。

【0040】なお、前記した各実施例では、全長に亘  
 って同一径の細長い中子部材3を用いたが、引き抜き方向  
 に段階的に又は傾斜的に径が大きくなっている中子部  
 材を用いることにより、軸方向に段階的に又は傾斜的  
 に内径が大きくなっている細孔を成形することも可能で  
 ある。また、図4に示すような可動筒状ガイド部材8を  
 用いた場合、その断面形状を変えることによっても、種  
 々の形状の細孔を形成することが可能となる。さらに、  
 前記した各実施例では、貫通孔を有するアモルファス合  
 金成形品の製造について説明したが、金型のキャビティ  
 内にセットする線状中子部材の高さを調節することによ  
 り、非貫通孔を有するアモルファス合金成形品を製造す  
 ることもできる。

【0041】以下、本発明の効果を具体的に確認した幾  
 つかの実施例を示す。

#### 実施例1

本実施例は、Cuメッキを施したワイヤを用いて細孔を  
 成形した例である。具体的なワイヤの被覆方法を以下に  
 示す。ワイヤへのCuメッキは、硫酸銅による電解メッ  
 キを用いた。このときワイヤとの付着力を低くするた  
 め、できるだけ電解液は高温で、電流密度は高く、硫酸  
 濃度は高くすることが望ましい。具体的には、φ0.3  
 mmのワイヤを硫酸銅メッキ液（硫酸銅濃度220g/  
 l、硫酸濃度90g/l）中に約5cm浸漬して陰極と  
 し、陽極にはステンレスを用いて電気メッキを施す。こ  
 の時、電流は0.1A〜1Aとし、液温は30℃〜60  
 ℃に加熱して行なう。この様な条件は、微視的にこぶ  
 状、樹枝状の皮膜となって脆くなり、追加工メッキ不良と  
 される。しかし、本発明の手法で被覆されたワイヤは、  
 この不良メッキ層が存在することによって casting 材から引



き抜くことができる。上記Cuメッキワイヤを用いて細孔を作製した金属ガラスの細孔側断面の顕微鏡写真をとって観察したところ、所定の寸法の細孔が形成されていた。

#### 【0042】実施例2

本実施例は、 $\text{MoS}_2$ 皮膜を形成したワイヤを用いて細孔を成形した例である。 $\text{MoS}_2$ の表面処理は、チオモリブデン酸アンモニウム溶液を用いた陽極溶解によって行なった。陽極溶解条件としては、0.3g/lのチオモリブデン酸アンモニウム溶液に、ステンレスワイヤ（もしくはピアノ線、超硬ワイヤ）を陽極、ステンレス板を陰極とし、約10Vの電圧を印加することで陽極のワイヤに $\text{MoS}_2$ を析出させる。これを大気中で120℃で10分間熱処理することで、ワイヤ表面が $\text{MoS}_2$ で被覆される。 $\text{MoS}_2$ は自己潤滑性があるため、金属中に挿入されたワイヤはその表面の潤滑性により引き抜くことができる。金属ガラスに挿入したワイヤを引き抜いて成形した細孔の側断面の顕微鏡写真をとって観察したところ、いずれのワイヤを引き抜いたときでも、ワイヤが破断することなく、φ0.1mmの細孔を成形することができた。また、図6にワイヤを引き抜く際に必要な応力を引き抜き距離に対して示した。この引き抜き応力は、ワイヤの破断強度（100kgf/mm<sup>2</sup>）の約1/3～1/5以下である。

#### 【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明の方法及び装置によれば、細穴を有するアモルファス合金成形品の製造に使用される線状中子部材の製造後の引き抜きの困難性及び耐久性に起因する種々の問題が軽減され、短時間に生産性良く低コストで、細穴を有するアモルファス合金成形品を製造できる。その結果、細長い穴を有するアモルファス合金成形品であっても、簡単な工程でまた所定の形状、高い寸法精度及び表面品質で成形加工でき、耐久性、強度、耐衝撃性等に優れた細穴を有する安価なアモルファス合金成形品、特に光コネクタ用フェルルールもし\*

\*しくはキャピラリが提供される。しかも、本発明に利用されるアモルファス合金は強度、塑性、耐食性等に優れるため、厚耗、変形、欠け等が発生し難く、長期間の使用に耐えることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアモルファス合金成形品の製造工程の一実施例を示す概略部分断面図である。

【図2】本発明の離型用材料の皮膜をコーティングした線状中子部材を用いた実施例を示す概略部分断面図である。

【図3】本発明の鋳造材の熱膨張係数よりも大きな材料から作製した線状中子部材を用いた実施例を示す概略部分断面図である。

【図4】本発明のアモルファス合金成形品の製造装置の別の実施例を示す概略部分断面図である。

【図5】図4に示す装置を用いて製造されたアモルファス合金成形品を示す概略部分断面図である。

【図6】 $\text{MoS}_2$ をコーティングしたワイヤを金属ガラスに埋め込んだときのワイヤの引抜き強度とストローク（引き抜き距離）との関係を示すグラフである。

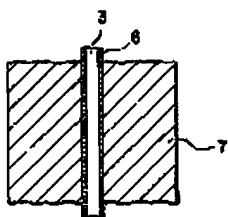
【図7】キャピラリ部とフランジ部が一体型の光コネクタ用フェルルールを示す概略部分断面図である。

【図8】キャピラリとフランジが別体型の光コネクタ用フェルルールを示す概略部分断面図である。

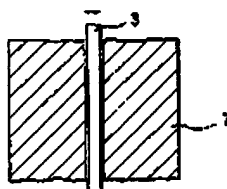
#### 【符号の説明】

- 1 金型
- 2 キャビティ
- 3 線状中子部材
- 4 アモルファス合金成形品（鋳造品）
- 5 細孔
- 6 離型用コーティング材料の皮膜
- 7 鋳造材
- 8 筒状ガイド部材

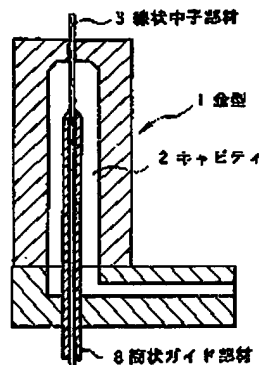
【図2】



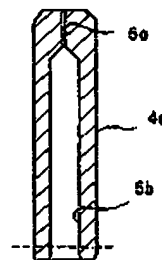
【図3】



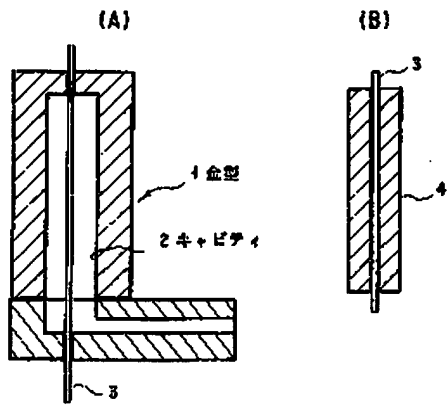
【図4】



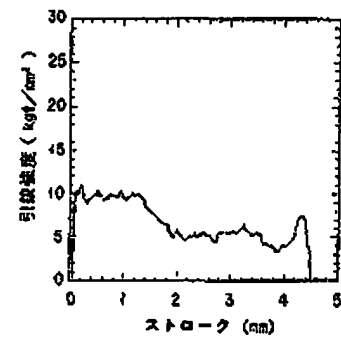
【図5】



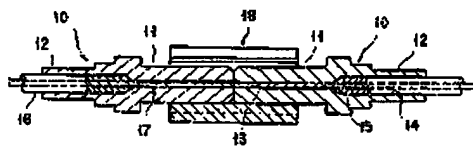
【図1】



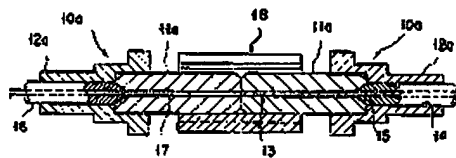
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) ZH036 QA19 QA20

4E093 MA01 MA02 QB10 TA10